

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем (ЭЭС)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы				
Обоснование и исследование математического моделирования автоматического регулирования частоты и мощности гидрогенератора				

УДК 621.313.322-82.001.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Б	Иманходжаева Асель Давлетовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС	Гусев А.С.	д.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем (ЭЭС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭЭС

_____ Сулайманов А. О.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4Б	Иманходжаевой Асель Давлетовне

Тема работы:

Обоснование и исследование математического моделирования автоматического регулирования частоты и мощности гидрогенератора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2016, №432/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.16
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<p>-Гидротурбина и автоматический регулятор частоты вращения и мощности. Обоснование математической модели гидротурбины с автоматическим регулятором частоты вращения и мощности, учитывающий особенности энергоносителя-воды и явления гидроудара.</p> <p>-Проведение экспериментальных исследований, подтверждающих адекватность воспроизведения процессов регулирования частоты и мощности гидрогенератора с учетом явления гидроудара.</p> <p>-Рекомендуемая для использования научно-</p>
--	--

	техническая литература.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор научно-технической литературы по теме.</p> <p>Исследований и обоснование необходимости математического моделирования гидротурбины и автоматического регулятора частоты вращения и мощности с учетом особенностей энергоносителя-воды и явления гидроудара.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обоснование адекватной математической модели гидротурбины с учетом особенности энергоносителя и явления гидроудара. 2. Обоснование адекватной математической модели автоматического регулятора частоты вращения и мощности, учитывающий особенности энергоносителя. 3. Синтез адекватной математической модели первичного двигателя гидрогенератора. 4. Разработка программы и методики экспериментальных исследований первичного двигателя, подтверждающих адекватность синтезированной обоснованной математической модели первичного двигателя и необходимости учета явления гидроудара. 5. Выполнение программы экспериментальных исследований и анализ полученных данных.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Демонстрационный материал (презентация в MS Power Point)</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

(с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Е.А.
Социальная ответственность	Извеков В. Н.
Приложение А	Галанова О. А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Einleitung	
1. Wasserturbine, mathematisches Modell und ihre Begriffsfelder	
2. Regelung	
2.1 Primärregelung	
2.2 Frequenzregelung im Inselnetz	
2.3 Frequenzleistungsregelung im Verbund	
Literatur	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.09.2015
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС	Гусев А.С.	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Б	Иманходжаева Асель Давлетовна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт – Энергетический

Направление подготовки – 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Уровень образования – Магистратура

Кафедра – «Электроэнергетических систем»

Период выполнения осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.16
--	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.15	Обзор отечественной литературы	15
10.02.15	Методика проведения исследований	5
25.05.15	Экспериментальная часть	20
30.04.16	Анализ результатов	5
10.05.16	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
10.05.16	Социальная ответственность	20
25.05.16	Заключение	5
26.05.16	Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС	Гусев А.С.	Д.Т.Н., профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А. О.	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 113 с., 27 рис., 27 табл., 23 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: автоматический регулятор частоты вращения, гидротурбина, исследование, обоснование, первичный двигатель.

Объектом исследования является автоматический регулятор частоты вращения первичного двигателя гидрогенератора.

Цель работы: исследование и обоснование адекватной математической модели первичного двигателя гидрогенератора.

Для достижения поставленной цели провели экспериментальное исследование обоснованной математической модели первичного двигателя гидрогенератора. Провели сравнительный анализ полученных результатов на программе ВМК РВ ЭЭС и ПВК Mustang..

Область применения: электроэнергетика.

Выпускная магистерская диссертация выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и представлена на компакт диске (в конверте на обороте обложки)

Обозначения и сокращения.

АРЧВ-автоматический регулятор частоты вращения

ГОС-гибкая обратная связь

ГЭС-гидроэлектростанция

МУТ-механизм управления турбиной

ЭЭС- электроэнергетическая система

Оглавление

Введение	9
1 Обзор литературы	11
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	13
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	14
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	14
4.1.2 SWOT-анализ	15
4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования	19
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	19
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	21
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	22
4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования.....	26
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	26
4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	27
4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	30
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	31
4.3.5 Накладные расходы	32
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	32
4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования.....	34
4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта.....	34
4.4.2 Оценка важности рисков	35

Введение

Ввиду известной специфики современных ЭЭС, получение всей необходимой для проектирования, исследования и эксплуатации ЭЭС информации о процессах в оборудовании и энергосистеме целом при всевозможных нормальных аварийных, послеаварийных режимах работы, возможно только путем математического моделирования.

Очевидно, что достоверность математического моделирования определяется прежде всего адекватностью применяемых математических моделей всего значимого оборудования ЭЭС, в том числе в ЭЭС содержащих ГЭС математических моделей гидроагрегата, а также первичного двигателя гидрогенератора, определяющего процессы изменения частоты и мощности в генераторах и в ЭЭС целом.

Между тем, согласно статистике тяжелых системных аварий в мировой энергетике около 50% таких аварий происходит из-за неправильных действий релейной защиты, ошибочного действия оперативного. Главной причиной которых использование недостаточно полной и достоверной информации о процессах в оборудовании ЭЭС и в том числе в энергосистемах с ГЭС.

Недостаточная полнота и достоверность воспроизведения процессов в оборудовании ЭЭС в том числе первичных двигателей гидроагрегата в целом обусловлена тем, что в большинстве используемых в настоящее время программно-вычислительных комплексах расчета режимов и процессов в ЭЭС используется существенно упрощенные математические модели, в данном случае первичных двигателей гидрогенераторов.

Одним из существенных упрощений, приводящих к потере достоверности является не учет особенностей энергоносителя-воды, и связанного с этим явление гидроудара.

Обоснование и применение при математическом моделировании ЭЭС содержащим ГЭС, актуальным является использование более адекватных

математических моделей первичных двигателей гидрогенераторов учитывающих в том числе явление гидроудара.

В связи с вышеописанным целью данной работы является обоснование и исследование адекватной математической модели первичного двигателя, учитывающий особенности энергоносителя и явление гидроудара.

Для достижения поставленной цели в рамках данной работы поставлены и решены следующие задачи:

1. Обоснование адекватной математической модели гидротурбины с учетом особенности энергоносителя и явления гидроудара.
2. Обоснование адекватной математической модели автоматического регулятора частоты вращения и мощности, учитывающий особенности энергоносителя.
3. Синтез адекватной математической модели первичного двигателя гидрогенератора.
4. Разработка программы и методики экспериментальных исследований первичного двигателя, подтверждающих адекватность синтезированной обоснованной математической модели первичного двигателя и необходимости учета явления гидроудара.
5. Выполнение программы экспериментальных исследований и анализ полученных данных.

1 Обзор литературы

При написании данной работы были использованы научно-техническая и учебно-методическая литература.

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы, явились работы [1,2]. В изученной литературе упоминается явление присущее только гидротурбинам - явление гидроудара и его последствия.

На основе анализа научно-технической литературы была выявлена закономерность использования для математического моделирования упрощенных структурных схем элементов энергосистемы.

Рассмотренный материал свидетельствует о том, что свойства энергоносителя-воды существенно оказывает влияние на процессы регулирования частоты и мощности. В связи с этим специфика энергоносителя должна учитываться при моделировании процессов, а между тем согласно обзору явление гидроудара не учитывается. Не учет свойств энергоносителя влечет за собой потерю достоверности и ошибки в решении различных задач таких, как проектирование, исследование и эксплуатация гидроагрегатов, а также энергосистем содержащих ГЭС. В существующих средствах моделирования также не учитываются особенности энергоносителя, что приводит к ошибочным результатам, которые ведут в конечном итоге к тяжелым системным авариям.

В работах А.С. Гусева, С.В. Свечарева, И.Л. Плодистого, Ю.С. Боровикова представлены и подробно описаны универсальные математические модели первичных двигателей.

Отечественный опыт реализации программного комплекса с учетом специфики ЭЭС сделан в Национальном исследовательском Томском политехническом университете.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студент:

Группа	ФИО
5АМ4Б	Иманходжаева Асель Давлетовна

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/автоматика энергосистем

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов.	При проведении исследования используется база лабораторий ЭНИН ТПУ; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	НР 34-70-32-83, РД 34.10.301, РД 34.10.102-91, ГОСТ Р 51387-99, МУ 34-00-094-85, ГОСТ Р 53905-2010
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Отчисления в социальные фонды - 30 % от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциального потребителя, SWOT анализ
2. Планирование этапов и выполнения работ по НИР (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности и трудоемкости работы)	Планирование научно-исследовательских работ, определение действующих лиц, длительности и трудоемкости работ.
3. Расчет бюджета для научно-технического исследования	Определение материальных затрат НИИ, затрат на специальное оборудование, расчет основной заработной платы и накладных расходов
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка целесообразности и эффективности научного исследования. Анализ и оценка научно-технического уровня исследования. Оценка рисков.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента ТПУ	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Б	Иманходжаева А.Д		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Темой научно-технического исследования и обоснование математической модели первичного двигателя гидрогенератора. Проведение исследования предполагает использование специализированного программно-технического комплекса и основано на построении математической модели.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации [8].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

ВМК РВ ЭЭС обеспечивает непрерывное, адекватное моделирование в реальном времени и на неограниченном интервале реальных процессов в оборудовании и ЭЭС при всевозможных нормальных, аварийных и послеаварийных режимах их работы.

В отличие от известных средств аналогичного назначения исключает необходимость декомпозиции естественно непрерывного процесса производства, распределения и потребления электроэнергии во всем диапазоне всевозможных нормальных и аварийных режимов работы ЭЭС, а также значительного упрощения математических моделей ЭЭС и ограничения интервала воспроизведения процессов.

В рамках настоящего научного исследования предлагается разработанный на базе НИЛ «Моделирование ЭЭС» ЭНИН ТПУ Всережимный моделирующий комплекс электроэнергетических систем, представляющий собой специализированную микропроцессорную программно-техническую систему реального времени гибридного типа, на котором осуществляется моделирование необходимых для анализа режимов и процессов. Данное программное обеспечение обеспечивает необходимую достоверность результатов, высокую скорость выполнения работы, наглядность, а также доступный пользовательский интерфейс. Программа позволяет воспроизвести процессы, происходящие в реальных электроустановках при их эксплуатации, основываясь на построении адекватных математических моделей, что впоследствии является основой для принятия правильного технического решения и позволяет свести к минимуму экономические издержки того или иного производства.

Основными потребителями подобных исследований могут быть:

-компании, занимающиеся выработкой, транспортировкой и преобразованием электрической энергии;

- объединенные диспетчерские управления;

- легкая и тяжелая промышленность;

а также другие виды производств, связанные с эксплуатацией мощных потребителей электрической энергии, влияющих на процесс производства.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для проведения комплексного анализа проводимого исследования выделим несколько этапов:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 4.1 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: <ol style="list-style-type: none">1. Принципиально новая методика проведения исследования2. Универсальность применения разрабатываемых математических моделей3. Наличие опытного научно-руководителя4. Актуальность проводимого исследования5. Обширная сфера применения	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: <ol style="list-style-type: none">1. Требуется уникального оборудования2. Возможность появления новых методов3. Отсутствие повсеместного внедрения новой методики4. Требуется тщательного сбора исходных данных5. Многостадийность методики
--	--	--

<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов 2. Большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов 3. Большая стоимость конкурентных разработок и сложность их использования 4. Возможность выхода на внешний рынок 5. Рост потребности в обеспечении безопасности технологического процесса и сокращения экономических издержек 	<p>Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новая методика дает возможность сотрудничать с рядом ведущих исследовательских институтов;</p> <p>Большой потенциал применения методики, а так же возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новой методикой;</p> <p>Рост потребности в обеспечении безопасности технологического-производственного процесса и сокращения экономических издержек возможен за счет принципиально новой методики;</p> <p>За счет новизны и принципиальных отличий возможен выход на большие объемы применения данной методики.</p>	<p>Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами для взаимного использования уникального оборудования;</p> <p>Отсутствие повсеместного внедрения новой методики обеспечивает большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</p>
<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса на новые программные продукты в исследуемой сфере 	<p>Универсальность применения разрабатываемых математических моделей и обширная сфера применения программного комплекса минимизируют влияния</p>	

2. Развитая конкуренция в сфере математического моделирования технологических процессов крупных производств	развитой конкуренции в обозначенной сфере	
3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования	Актуальность проводимого исследования и наличие опытного научного руководителя в сочетании с принципиально новой методикой проведения работ обеспечивают стремительный выход на внутренний рынок	
4. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями		
5. Малые скорости внедрения разрабатываемого ПО		

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 4.2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	-	-	0	0
	В2	0	0	+	-	-
	В3	-	0	0	-	-
	В4	-	0	-	-	-
	В5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: В1Сл1, В2Сл3.

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	0	0	-	-
	У2	0	+	0	0	+
	У3	0	0	0	0	0
	У4	+	0	+	+	+
	У5	-	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У2С2С5, У4С1С3С4С5.

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	0	-	0	-
	У2	-	-	0	-	-
	У3	-	0	0	0	0
	У4	0	-	-	-	-

	У5	-	-	0	0	0
--	----	---	---	---	---	---

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

Вывод: заявленная методика имеет большой потенциал, широкий круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внешний рынок.

4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание исследовательской части работ	Содержание технической части работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Получение технического задания от предприятия-заказчика и его согласование.	Научный руководитель
Теоретические исследования	2	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение теоретических расчетов, а затем необходимых экспериментов для их подтверждения.	Инженер
Обобщение и оценка результатов	3	Оценка эффективности полученных результатов	Анализ результатов проведенного научно-технического исследования, выдача рекомендаций относительно решаемой задачи.	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	4	Составление пояснительной записки	Составление отчета о проделанной работе, с указанием проблематики проводимого исследования, результатов и принятых технических решений.	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.2.2.1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2.2.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

Ч_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В таблице 4.7 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.2.3.1)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{247} = 1,48, \quad (4.2.3.2)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году (пятидневная рабочая неделя);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнитель и		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни							
	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер
Составление и утверждение технического задания	7	-	12	-	7,7	-	2	-	7,6	-	11	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	31	-	38	-	31,8	-	2	-	31,8	-	45
Оценка эффективности полученных результатов	5	12	11	24	8,7	16,8	2	2	8,8	16,8	14	25
Составление пояснительной записки	-	8	-	16	-	11,2	-	1	-	11,2	-	19

Итого длительность работ – 114 календарных дней.

На основе таблицы 4.7 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 4.8:

Вывод: общее число работ составило 4. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 50 чел-дней, для студента-исполнителя составила 103 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

Таблица 4.8 - Календарный план-график проведения НИР (Диаграмма Ганта)

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , Календарные дни	Продолжительность выполнения работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	11												
2	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	45												
3	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер совместно с научным руководителем	39												
4	Составление пояснительной записки	Инженер	19												

-инженер



-руководитель



4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (4.3.1.1)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 3.4

Таблица 4.9 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), руб	
		Науч. Рук-ль	Инженер	Науч. Рук-ль	Инженер	Науч. Рук-ль	Инженер
Компьютер	Штука	1	1	20000	25000	23000	28750
Принтер	Штука	1	1	6000	6000	6900	6900
Mathcad	Штука	1	1	7000	7000	8050	8050
Microsoft Word	Штука	1	1	2000	2000	2300	2300
Специализированное ПО	Штука	3	3	8000	8000	9200	9200
Канцелярские принадлежности	-	-	-	-	-	2000	4000
Итого						51450	57200

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.10:

Таблица 4.10 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям		Трудо-емкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2

1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	-	2,8	-	3060	-	8568	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	Инженер	-	16,8	-	1515	-	25452
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель	Инженер	2,4	4,4	3060	1515	7344	6666
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	-	4,6	-	3060	-	14076	-
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	Инженер	-	23,8	-	1515	-	36057
6	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель	Инженер	3,8	9,8	3060	1515	11628	14847
7	Составление пояснительной записки	-	Инженер	-	5	-	1515	-	7575
8	Публикация полученных результатов	Научный руководитель	-	2,8	-	3060	-	8568	-
Итого:								50184	90597

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (4.3.2.1)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.3.2.2)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 4.11

Таблица 4.11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	16	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	207	189

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.3.2.3)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{\text{с1}} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата

(оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.12:

Таблица 4.12 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,15	1,3	56550	3059,71	207	633360
Инженер	15000	0,3	0,5	1,3	35100	1514,689	189	286276
Итого								919636

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.3.3.1)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 4.13.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.3.4.1)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 4.8

Таблица 4.13 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	633360	95004
Инженер	286276	42941
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления, руб		
Научный руководитель	197386,6	
Инженер	89218	

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.3.5.1)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 4.14

Таблица 4.14 – Накладные расходы

	$З_{\text{накл}}$, руб.
Научный руководитель	156352
Инженер	76102

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.15

Таблица 4.15 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Научный руководитель	Инженер	
1. Материальные затраты НТИ	51450	57200	Пункт 3.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	633360	286276	Пункт 3.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	95004	42941	Пункт 3.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	197386	89218	Пункт 3.3.4
5. Накладные расходы	156352	76102	16 % от суммы ст. 1-4
Бюджет затрат НТИ	1133552	551737	Сумма ст. 1-5

Вывод: суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей.

4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования

4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности исследования необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$HTU = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i \quad (4.4.1.1)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

P_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 4.16 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.4
Теоретический уровень	0.2
Возможность и масштабы реализации	0.4

Таблица 4.17 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	<u>Сравнительно высокий НТУ</u>
11-14	Высокий НТУ

Таблица 4.18 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
<u>Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами</u>	<u>8</u>

Разработка алгоритма	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 4.19 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
<u>В течение первых лет</u>	<u>10</u>
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
<u>Отрасль</u>	<u>4</u>
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.4, \Pi_1 = 10, k_2 = 0.2, \Pi_2 = 8,$$

$$k_3 = 0.2, \Pi_3 = 10, k_4 = 0.2, \Pi_4 = 4.$$

$$HTY = 0.4 \cdot 10 + 0.2 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 8.4$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей

4.4.2 Оценка важности рисков

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблице

Таблица 4.20 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	Инфляция	100	1	0,019	1,960
2	Экономический кризис	25	2	0,039	0,980
3	Недобросовестность поставщиков	25	6	0,117	2,941
4	Непредвиденные расходы в плане работ	50	7	0,137	6,862
5	Снижение уровня спроса на продукцию	50	10	0,196	9,803
6	Сложность выхода на мировой рынок вследствие монополизированность рынка	75	7	0,137	10,294
7	Колебания рыночной конъюнктуры	25	6	0,117	2,941
8	Отсутствие в числе сотрудников экономистов	25	2	0,039	0,980
9	Низкие объемы сбыта	50	10	0,196	9,803
	Сумма		51	1	46,568

Таблица 4.21 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	возможность поломки оборудования	25	7	0,25	6,25
2	низкое качество поставленного оборудования	25	9	0,3214	8,0357
3	неправильная сборка оборудования	25	8	0,2857	7,1428
4	опасность для работающего персонала и аппаратуры	75	4	0,1428	10,714
	Сумма		28	1	32,142

Таблица 4.22 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	развитие конкурентных технологий	75	7	0,145	10,937
2	создание новых методов синтеза	75	7	0,145	10,937
3	риск невозможности усовершенствования технологии	50	8	0,166	8,333
4	отсутствие результата в установленные сроки	50	7	0,145	7,2916
5	получение отрицательного результата при внедрении в производство	25	10	0,208	5,208
6	несвоевременное патентование	25	9	0,187	4,687
	Сумма		48	1	47,395

Далее производится расчет общих рисков:

Таблица 4.23 – Общая оценка риска проекта

Виды рисков в группе	P_i	b_i	W_i	$P_i * W_i$
Экономические	46,57	10	0,25	11,64
Технологические	32,14	9	0,5	16,07
Научно-технические	47,4	6	0,25	11,85
Итого		25	1	39,56

Итоговая оценка риска проекта составила порядка 40%, т.е. проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен препятствий.

Для того чтобы избежать риски или минимизировать их воздействие на проект необходимо проводить мероприятия по борьбе с рисками.

Таким образом, анализируя результаты данного раздела, можно заключить, что проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, а также приемлемый уровень рисков. Это подтверждает целесообразность проводимого научного исследования.

Выводы

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики, а так же возможность быстрого выхода на внешний рынок обеспечены принципиально новым подходом к решению поставленной задачи.
2. Определен полный перечень работ, проводимых при исследовании математической модели первичного двигателя гидрогенератора. Общее число работ составило 8. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 50 чел-дней, для студента-исполнителя составила 103 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.
3. Суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей. Расчет бюджета осуществлялся на основе следующих пунктов:

- расчет материальных затрат НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем анализа и оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.